

A FITOPLANKTON DIVERZITÁSA, TÉR- ÉS IDŐBELI MINTÁZATA A BALATONBAN 2002-BEN

Padisák Judit¹, Soróczki Pintér Éva¹ és Zámbóné Doma Zsuzsanna^{1,2}

¹Veszprémi Egyetem, Limnológia Tanszék, Veszprém

²MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Tihany

Összefoglalás. Jelen kutatásban a Balaton fitoplanktonjának fajösszetételét és biomasszáját vizsgáltuk Keszthelynél és Tihanynál februártól október közepéig, valamint a tó hossz tengelyének 5 standard mintavételi pontján április és október között. A fitoplankton monomodális szezonális dinamikát mutatott egyetlen nyár közepi maximummal, ami alatt Cyanoprokaryota dominancia volt megfigyelhető. A legmagasabb trofitás a Szigligeti-medencében alakult ki, de a trofitási választóvonal ebben az évben keletre tolódott: egybeesett a tihanyi félsziget által kijelölt vonallal. Jelentős kompozíciós diverzitás különbségek a tóban 2002-ben nem voltak. Bár a trofitási adatok a rekonstrukciós beavatkozások kedvező hatását mutatják, a Víz Keretirányelv alapelveit figyelembe vevő, nemrég kidolgozott vízállapot index (mely csak az algafajok relatív dominancia adatait veszi figyelembe, abszolút mennyiségüket nem) ennél lényegesen rosszabb minőséget mutatott, ami a rekonstrukciós munkálatok folytatását sürgeti.

Bevezetés

A fitoplankton fajok a Balatont érő szerves tápanyagok – mindenekelőtt a foszfor – elsődleges, gyors reakcióképességű hasznosítói. Fajaik száma 500 körüli, ezek előfordulása, mennyisége és főbb csoportjaik relatív biomassza-részesedése a tavat érő szinte minden klimatikus vagy antropogén hatást igen gyorsan jelez. Részletes minőségi és mennyiségi adatokkal a tó tihanyi térségére vonatkozóan mintegy 70 éve, a keszthelyi térségre pedig mintegy 50 éve rendelkezünk.

1992 és 1996 között az OTKA támogatásával végeztünk rendszeres mennyiségi és minőségi fitoplankton vizsgálatokat a Balatonon (Keszthelynél és Tihanyánál), majd 1996-1998-ban, valamint 2001-ben a MEH támogatásával Ezekben az években a kutatások a Balaton hossz tengelyén elhelyezkedő standard mintavételi szelvényekre (M, K, G, A, E) is kiterjedtek. Ezen vizsgálatok alapvetőek a Balaton állapotának, vízminősége várható alakulásának prognosztizálásában (Padisák és Istvánovics 1997, Padisák és Reynolds 1998, Padisák és Koncsos, 2002).

A 2001-es felmérések célja volt, hogy a hosszú távú adatsor folytatásaképp képet kapjunk a Balaton fitoplanktonja minőségi és

mennyiségi változásairól térben és időben egyaránt. További cél volt a Balaton vízminőségi állapotának értékelése a Víz Keretirányelv útmutatásai szerint kidolgozott állapotindex segítségével.

Anyag és módszer

A gyűjtések időpontjai 2002-ben a következők voltak:

a.) Balaton, Keszthelyi medence: február 19; március 13, 19, 26; április 2, 9, 15, 23, 30; május 6, 7, 14, 21, 26, 28; június 3, 11, 13, 18, 25, 28; július 1, 9, 10, 22, 29; augusztus 2, 5, 6, 14, 21, 23, 27; szeptember 3, 5, 9, 10, 17, 23, 24, 28; október 1, 8, 10, 15.

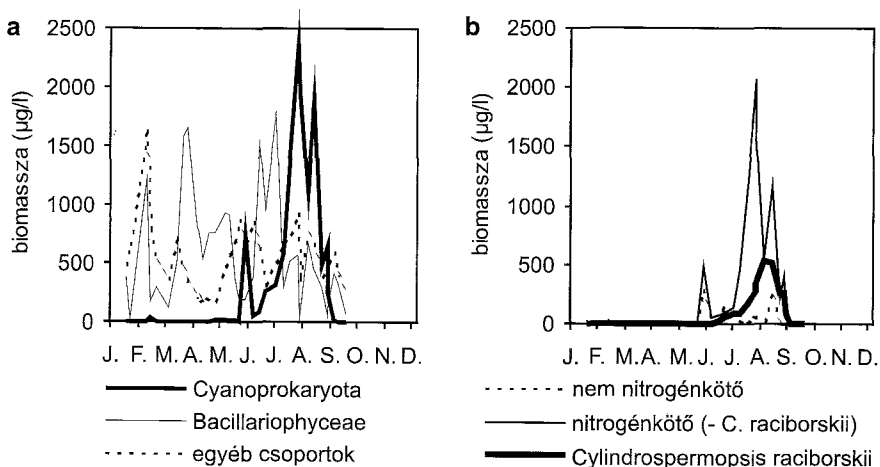
b.) Balaton, Tihany térsége, nyíltvíz: február 15, 19; március 8, 13, 20; április 2, 10, 17, 22; május 2, 6, 10, 17, 22; június 3, 8, 13, 19, 24; július 3, 10, 17, 28; augusztus 5, 13, 21, 23; szeptember 1, 9, 17, 23, 24, 30; október 4, 14.

c.) A hossz-szelvény vizsgálatok időpontjai: április 15 (ÁPI), 22 (ÁPII); május 6 (MJ); június 3 (JN); július 29 (JL); augusztus 3 (AUI), 23 (AUII); szeptember 9 (SI), 23 (SII). A zárójeles rövidítések az ábraalírásokra utalnak. Ezen vizsgálatok alkalmával a Balaton 5 standard mintavételi szelvényének középpontján (M3, K3, G3, A3 és E3) vettünk mintát. Ezen pontok \pm egyenletesen oszlanak el a fő hossz tengelye mentén, így a nyugati medencében három – Keszthely felől indulva: M3, K3 és G3 – a Keleti-medencében pedig kettő – A3 és E3 – helyezkedik el.

A vízmintákat csőmintavevővel vettük, vagyis az adatok az egész vízoszlopot reprezentálják. Mintavétel után a azokat Lugol-oldattal tartósítottuk. Az algaszámolást Zeiss Axiovert 100 gyártmányú inverz planktonmikroszkóppal végeztük, a becslési hiba $< \pm 10\%$. A biomasszát az adott algához leginkább hasonlító mértani test térfogatának és a faj egyedszámának szorzataként kalkuláltuk, 1-nek véve az algák fajlagos tömegét. A számláláshoz és a biomassza becsléshez Hamilton (1990) "counter" programját használtuk. A módszerek részletes leírása metodikai közleményeinkben (Padisák és mtsi. 1999, Padisák és Adrian 1999) megtalálható. A diverzitás a fajok biomasszájából becsültük Shannon-Weaver (Shannon & Weaver 1949) függvény alapján. Az alga biomasszáján alapuló vízminőségi állapotbecsléshez a Víz Keretirányelv szempontjai szerint kidolgozott Mischke és mtsi. 2002; Padisák 2002) határértékeket használtunk.

Eredmények és értékelés

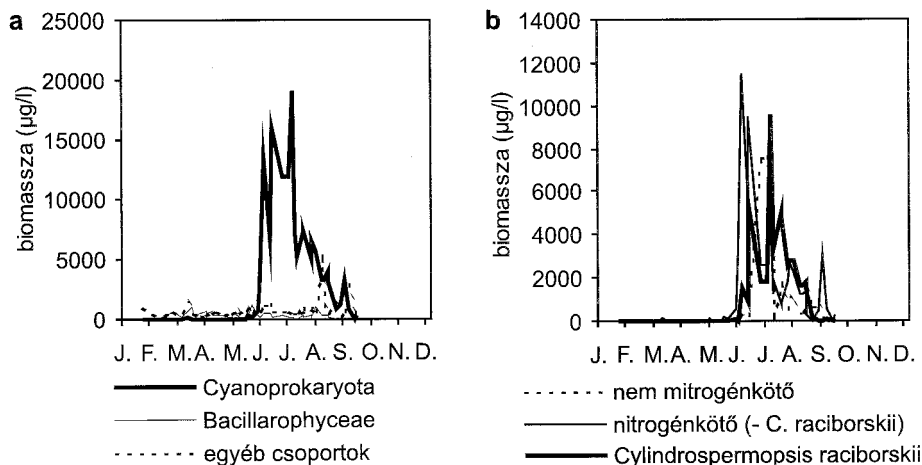
A fitoplankton biomaszája a Balaton tihanyi térségében 2002-ben enyhén monomodális jelleget mutatott. (1a. ábra). A nyári magasabb biomaszra értékek viszonylag korán (júliusban) beálltak, de igen korán (augusztus végén) csökkentek is. A maximum időszakában a heterocitás Cyanoprokaryota (Nostocales: *Aphanizomenon klebahnii*, *A. flos-aquae*, *A. issatschenkoi*) csoport volt a legjelentősebb, a *Cylindrospermopsis raciborskii* biomaszája nem volt számottevő (1b. ábra).



1. ábra. a. A fitoplankton főbb csoportjai (Bacillariophyceae Cyanoprokaryota, egyéb csoportok) biomaszájának ($\mu\text{g l}^{-1}$) alakulása valamint **b.** a Cyanoprokaryota törzs funkcionális egységeinek (nem nitrogénkötő algák, nitrogénkötők a *Cylindrospermopsis raciborskii* kivételével, *C. raciborskii*) biomaszája ($\mu\text{g l}^{-1}$) a Balaton tihanyi térségében 2002 folyamán

A fitoplankton biomaszája a Balaton Keszthelyi-medencéjében 2002-ben erőteljesen monomodális jelleget mutatott kiugró nyári értékekkel (2a. ábra). E magas biomaszra érték a tihanyi térséghez hasonlóan relatíve korán kialakult és hamar le is tört. Éves viszonylatban a Cyanoprokaryota csoporton kívüli minden algacsoport biomaszája relatíve alacsony volt. A nyári biomaszra maximum idején a heterocitás Cyanoprokaryota (Nostocales) csoport volt a legjelentősebb, ezen belül is a *Aphanizomenon klebahnii*, *A. flos-aquae*, *A. issatschenkoi* (2b. ábra). A *Cylindrospermopsis raciborskii* mennyisége messze alulmaradt a korábbiakban tapasztalt értékektől, bár így is a plankton meghatározó

tagja volt. Figyelmet érdemel a nem nitrogénkötő szervezetek, ezen belül is a *Planktothrix agardhii* magas biomasszája. E faj (kiváló árnyéktűrése miatt) képes sikeres kompetícióra a *C. raciborskii* ellen, de csak akkor, ha a szerves N források ezt megengedik (Padisák & Istvánovics 1997).

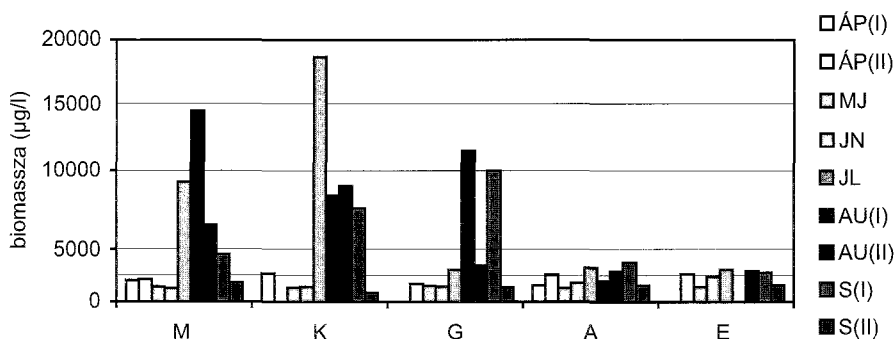


2. ábra. a. A fitoplankton főbb csoportjai (Bacillariophyceae Cyanoprokaryota, egyéb csoportok) biomasszájának ($\mu\text{g l}^{-1}$) alakulása valamint **b.** a Cyanoprokaryota törzs funkcionális egységeinek (nem nitrogénkötő algák, nitrogénkötők a *Cylindrospermopsis raciborskii* kivételével, *C. raciborskii*) biomasszája ($\mu\text{g l}^{-1}$) a Balaton Keszthelyi-medencéjében 2002 folyamán

Tekintve, hogy az utóbbi években a Balaton Keszthelyi-medencéje jelentős huminanyag terhelésnek volt kitéve (a KBVR II.-ből érkező lápvíz), a trendek szempontjából fontos az ostoros és nem ostoros szervezetek aránya, minthogy az ostorosak többsége mixotróf, azaz heterotróf és autotróf táplálkozásra is képes. Emiatt szerves terhelés esetén az ostorosok előretörése prognosztizálható, ami a hosszú távú adatsorokon ki is mutatható (Padisák & Koncsos, in press). Hasonlóan az előző évhez 2002-ben a Balaton Keszthelyi-medencéjében az ostoros szervezetek egész évben jelen voltak, biomasszájuk azonban nem volt jelentős. Ez vonatkozik a Balaton jellegzetes fájára, a *Ceratium hirundinellára*, melynek maximális egyedszáma 19600 ind l^{-1} volt.

A hossz-szelvény vizsgálatok áprilisban kezdődtek. A tó trofitási szempontból két tájra tagolható, melyek határa ebben az évben

egybeesett a Tihanyi –félsziget által geográfiailag adódó határral. A tó tehát trofitási szempontból is keleti- és nyugati tőrészre különült.



3. ábra. A fitoplankton biomassa ($\mu\text{g l}^{-1}$) térbeli alakulása a Balaton 5 standard mintavételi pontján 2002 folyamán

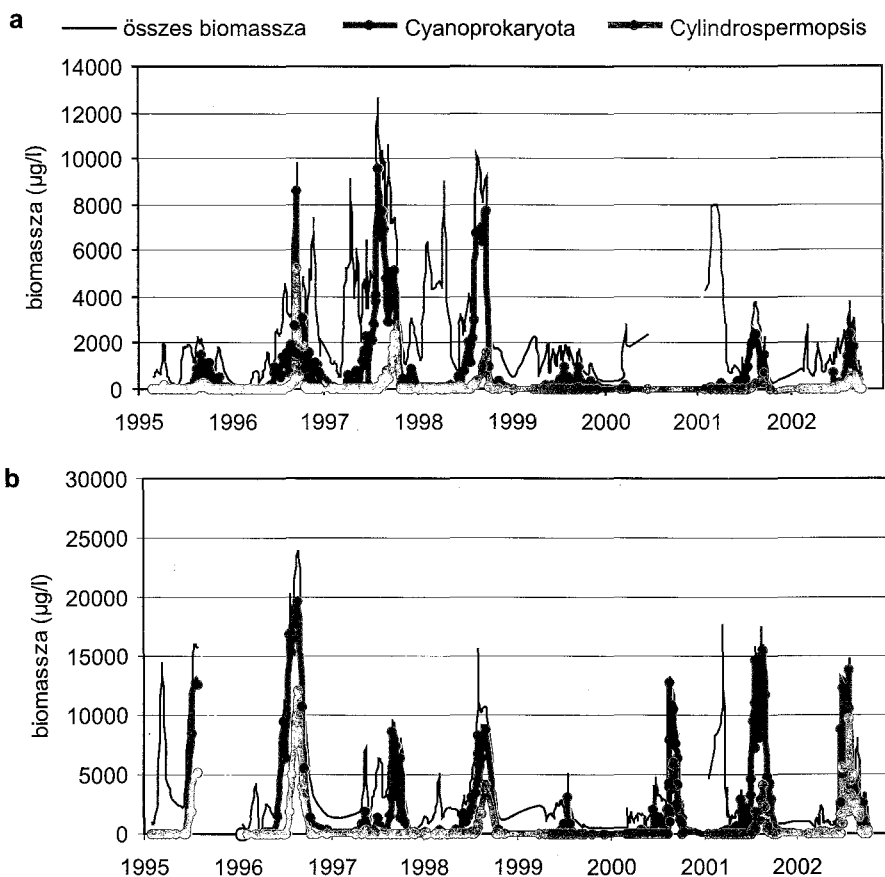
A maximális biomassa adatok a Szigligeti-medencében voltak a legmagasabbak. Alacsony fitoplankton biomassa adatokat találtunk a Tihanyi-félszigetől keletre eső tóterületeken, ahol a maximális nyári biomassa érték nem haladta meg a 3 mg l^{-1} -t.

A fitoplankton kompozíciós diverzitása Tihanynál 1,93 és 4,14, Keszthelynél 2,19 és 3,97 között változott. A nyári Cyanoprokariota maximum idején azért nem alakult ki sehol sem alacsony diverzitású állapot, mert a maximumhoz minden esetben sok faj járult hozzá egyidejűen.

A 2002-es éves átlagbiomassa az előző évinél – a tavaszi diatóma maximum elmaradása miatt – alacsonyabb volt, a nyári maximum értékek hasonlóak voltak ahhoz, amit a megelőző években tapasztaltunk (4. ábra). E megfigyelés annak fényében értékelendő, hogy 2002 nyara igen meleg volt, a vízállás pedig évtizedes negatív rekordokat döntött. Megállapítható az is, hogy a tóban eltolódott a trofitási gradiens határa, s az is, hogy trofitási szempontból a tó rekonstrukciója továbbra is sikeresnek mondható. Nem ilyen egyértelműen jó a kép, ha az EU Víz Keretirányelv szerint kidolgozott mutatókkal ítéljük meg a tó biológiai állapotát.

E mutatók közül a Balaton 2002-es adatainak értékelésére kettőt használtunk. Az egyik (Q_b) a Mischke és mtsi. (2002) által, az Észak-Német síkság tavaira kidolgozott fitoplankton biomasszára alapuló

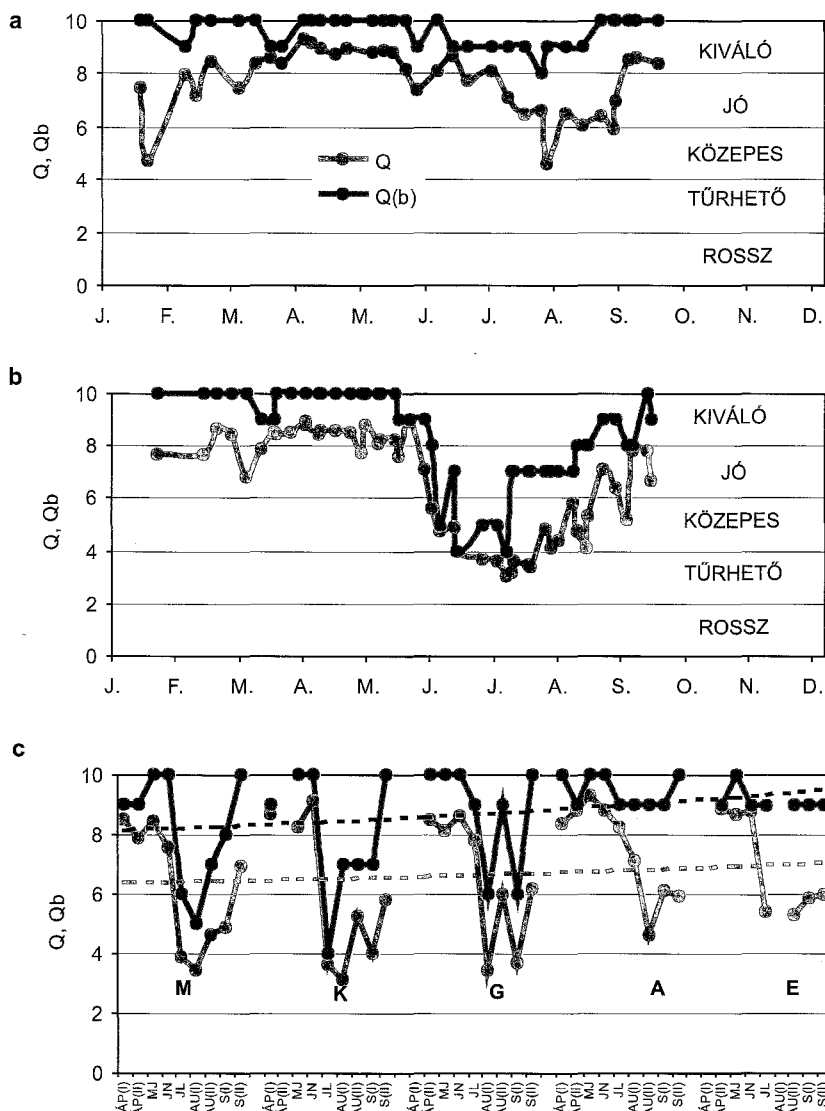
besorolás, melynek minősítése függ az abszolút biomasszától, ezért gyakorlatilag trofitásjellemző. A másik (Q) a Padisák (2002)



4. ábra. A fitoplankton biomassza ($\mu\text{g l}^{-1}$) alakulása a Balatonban Tihanynál (a) és Keszthelynél (b) 1995 és 2003 között

által kidolgozott index, mely a fitoplankton 27 funkcionális csoportjának relatív dominanciáját és minőségi indikátor értékét használja a biológiai állapot becslésére, de a biomassza abszolút értékétől nem függ (emiat pl. magas biomassza esetén is jelezhet jó vagy kiváló állapotot, és alacsony esetén is jelezhet rosszat). A Balaton tihanyi térségének (5a. ábra) állapota a Q_b alapján egész évben kiváló volt, Q alapján viszont a

közepes és a kiváló közt változott. A keszthelyi térség minősítése tekintetében Q és Q_b változási trendje pozitívan korrelál, ám Q itt is



5 ábra. A Balaton biológiai állapota a fitoplankton alapján számított Q és Q_b indexek alapján a Balaton tihanyi (a) és keszthelyi (b) térségében valamint az M, K, G, A, E (c) szelvényekben 2002-ben; a szaggatott vonal a trendet mutatja

“szigorúbb” rosszabb állapotot jelez, mint Q_b (5b. ábra). A tóban a Q és Q_b által jelzett állapot közti különbség nyugat-kelet irányban nő, ami azt jelenti, hogy minőségi paraméterek vonatkozásában a tavon belül a különbségek lényegesen kisebbek, mint azt pusztán a biomassa (vagy klorofill a) adatok alapján gondolnánk (5c. ábra az állapotminősítés ebben az esetben is azonos határértékek közt mozog, mint az 5a. és 5b. ábrán, tehát 8-10 közt kiváló, 6-8 közt jó, stb.). Mindez azt jelenti, hogy a fitoplankton mennyisége ugyan csökkent az elmúlt években, de ez nem jelenti azt, hogy tényleges minőségi változás történt. Ebből következően a rekonstrukciós munkálatok nem tekinthetők befejezettnek.

Florosztikai vonatkozásban fontos megemlíteni, hogy 40 év után először fordult elő a Balaton planktonjában az *Asterionella formosa*, mely az eredeti planktonkép visszaállításának indikátora lehet.

Irodalom

- Hamilton, P.B. (1990) The revised edition of a computerized plankton counter for plankton, periphyton and sediment diatom analyses. *Hydrobiologia*, 194, 23-30.
- Mischke, U., Nixdorf, B., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2002) Möglichkeiten zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons – Aktueller Stand in Deutschland. *Aktuelle Reihe* 5/02: 25-37, BTU, Cottbus.
- Padisák, J. (2002) A fitoplankton alkalmazása a tavak biológiai állapotának jellemzésére a Víz Keretirányelv (VKI) ajánlásai alapján valamint az epilítikus kovaalgák monitor-értéke harmad- vagy annál alacsonyabb rendű folyóvizek minősítésére. Tanulmány a Környezetvédelmi- és Vízügyi Minisztérium számára, pp. 38.
- Padisák, J., & R. Adrian (1999) Chapter 5. 1, Biovolumen. In Tümping, W. & G. Friedrich (editors) *Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung 2. Biologische Gewässeruntersuchung*: 334-367. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Padisák, J. & V. Istvánovics (1997) Differential response of blue-green algal groups to phosphorus load reduction in a large shallow lake: Balaton, Hungary. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 574-580.
- Padisák, J. & Koncsos, L. (2002): Trend and noise: long-term changes of phytoplankton in the Keszthely-basin of Lake Balaton, Hungary. – *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 194-203.
- Padisák, J., L. Krienitz & W. Scheffler (1999) Chapter 3.6.1., Phytoplankton. In Tümping, W. & G. Friedrich (editors) *Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung 2. Biologische Gewässeruntersuchung*: 35-52. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Padisák, J. & C. S. Reynolds (1998) Selection of phytoplankton associations in Lake Balaton, Hungary, in response to eutrophication and restoration measures, with special reference to cyanoprokaryotes. *Hydrobiologia* 384: 41-53.
- Shannon, J. & W. Weaver (1949) *The mathematical theory of communication*. - Univ. Illinois Press, Urbana, Ill. 117 pp.